

**СЕКЦІЯ 8**  
**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.**  
**ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБЛІКУ**  
**ЕНЕРГОНОСІЇВ**

УДК 621.311.001.57(063)

**СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З**  
**ВИКОРИСТАННЯМ СМАРТ ТЕХНОЛОГІЙ**

*Закладний О. О., Прокопенко В. В., Кульбачний П. В., Гребенюк Т. В.*

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [zakladniy@gmail.com](mailto:zakladniy@gmail.com), [progrek@gmail.com](mailto:progrek@gmail.com), [orionk@ukr.net](mailto:orionk@ukr.net), [t.hrebeniuk07@gmail.com](mailto:t.hrebeniuk07@gmail.com)*

На сучасному етапі розвитку промисловості у більшості розвинених країн світу значна увага приділяється питанням впровадження в промисловість інтелектуальних технологій як основи інноваційного розвитку. В якості сучасних енергоефективних розробок виділяють автоматизовані саморегульовані системи, засновані на передових інформаційних технологіях – «інтелектуальні» мережі, які в тому числі спроможні підвищити надійність споживачів, тоді як споживання енергоресурсів стає більш економічним, з обмеженням негативної дії на екологію.

Основним істотним недоліком сучасних існуючих засобів діагностування електроприводів є неврахування зв'язків між процесами перетворення енергії та їх наслідками. Вказаний недолік не дозволяє встановити причини, що призводять до погіршення енергоефективності, виникнення і розвитку несправностей та аварій. Тому задача розробки сучасних інтелектуальних засобів діагностування є актуальною.

Однією з складових смарт технологій є системи моніторингу енергообладнання, які охоплюють різні аспекти, у тому числі управління і моніторинг стану електротехнічного обладнання промислового виробництва – Asset Management, в тому числі електроприводи, і які можна описати такими ознаками: підвищення надійності промислових підприємств та безвідмовності роботи електроприводів; підвищення ефективності споживання енергоресурсів зі збереженням необхідних параметрів якості продукції; управління і моніторинг стану електроприводів промислових підприємств; перехід на технічне обслуговування і ремонт електроприводів за фактичним технічним станом; велика кількість датчиків, які вимірюють поточні режимні параметри для оцінювання стану електроприводів в різних режимах роботи; система збору і обробки даних (високоінтегровані комплекси оперативного управління в режимі реального часу з врахуванням експертних та розрахункових систем ухвалення рішень).

Останнім часом отримали розвиток методи діагностування стану електроприводів, засновані на моніторингу спожитого струму з виконанням спеціального спектрального аналізу отриманого сигналу, що дозволяє з високою достовірністю визначати технічний стан елементів. Принцип методу полягає в тому, що будь-які збурення в роботі механічної та електричної частин електроприводу і пов'язаного з ним механізму призводять до змін магнітного потоку в зазорі електричної машини, а отже – до слабкої модуляції споживаного струму. Поява у спектрі струму електроприводу характерних частот свідчить про наявність пошкоджень електричної або механічної частин електроприводу.

Моніторинг струму електроприводу, на відміну від вібродіагностики, може бути виконаний безпосередньо на клемній коробці електропривода або в електрощиті живлення без будь-якого порушення режиму роботи.

Оскільки форма напруги живлення електропривода на виробничих підприємствах відрізняється від синусоїдальної, в отриманих спектрах струму й напруги присутні їх гармоніки, але несправності двигуна і пов'язаного з ним механізму викликають відповідні гармоніки лише в спектрі струму.

Порівняння гармонік напруги й струму дає можливість розрізнити гармонічні складові струму характерні для непрацюючого устаткування. В результаті створення та регулярного поповнення бази даних вимірювань та їх аналізу в процесі експлуатації електромеханічних систем можна простежити динаміку фактичного розвитку окремих пошкоджень електродвигуна та механізму і прогнозувати подальший розвиток несправностей. Різниця в амплітуді між основною частотою і характерною для конкретної несправності є показником критичності дефекту.

Суть розроблюваної системи діагностування електроприводів полягає в моніторингу і прийнятті діагностичних рішень на кожному з окремих ієрархічних рівнів, що дозволяє виявити, локалізувати та усунути дефекти до того, як об'єкти діагностування перейдуть до несправного стану.

Послідовність виконання етапів діагностування, а також аналіз його результатів формують алгоритм діагностування параметрів, який є основним алгоритмом роботи системи. У відповідності до нього формується висновок щодо фактичного стану електроприводів і прогноз його технічного стану на майбутнє. Для побудови алгоритму діагностування використовується інформаційний метод, заснований на виборі параметрів з максимальною інформацією про енергетичний стан об'єкту діагностування.

Завдяки наявності мережевої підтримки локальні пристрої діагностування технічного стану електроприводів поєднуються в загальну діагностичну мережу, до якої введені комп'ютери технагляду, головних механіків, інженерів і промислового підприємства в цілому. Такий багаторівневий контроль забезпечує оптимізацію електроспоживання та безпечну експлуатацію.

Всі перелічені вище задачі об'єднуються під загальною назвою «Smart systems. Asset Management». Потреба в оснащенні широкого кола різноманітних

електроприводів системами діагностування, моніторингу та контролю стану зумовлює потребу адаптивності названих систем. Важливу роль у забезпеченні широких можливостей систем нового покоління буде відігравати розподіл обчислювальних ресурсів між різними системами діагностування, моніторингу та контролю на різних рівнях ієрархії.

*Ключові слова:* енергоефективність, електропривод, смарт технології, діагностика, технічний стан.

УДК621.313

**THE CHOICE OF SUSPENDED INSULATORS FOR CALCULATION  
OF STEP-DOWN SUBSTATION OF INDUSTRIAL DISTRICT  
BY TOTAL POWER 115 MVA**

*Jasim Mohmed Jasim Jasim, Mohanad Aljanabi, Waleed Khalid Shakir Al Jubori  
Al-Furat Al-Awsat Technical University, Kufa, Iraq*

*E-mail: [com.jm.jasem@atu.edu.iq](mailto:com.jm.jasem@atu.edu.iq), [com.mhn@atu.edu.iq](mailto:com.mhn@atu.edu.iq), [waled\\_k@atu.edu.iq](mailto:waled_k@atu.edu.iq)*

The suspended insulators depend on voltages. In the opened distributive device (ODD) for hold flexible wires are used the suspended and tightening bunch. The amount of insulators in the suspended bunch depends on rating voltages of substation and conditions of environment. If we have suspended insulators on a high voltage side, it is not necessary to check mechanical strength, because distances between phases are adopt large and on the choice of amount of insulators in a bunch, mechanical loadings are already taken into account (weight of wires, wind, ice-slick and other). For devices of normal type are uses: 35 kV – 3 - 4 insulators in a bunch; 110 kV – 6 - 7; 220 kV – 13 - 14. In tightening bunch the amount of insulators is multiplied by one. At a huge contamination of atmosphere we multiply a bunch on 1 - 2 insulators or apply suspended insulators bunches of special construction with more developed surface. Sometimes suspended insulators apply in open devices (6-20 kV). In this case one insulator is enough. Thus for fastening flexible wires to tower we applies suspended insulators bunches ПС1–А (type of an insulation layer is designed for warmth. And an inner ... It can be expensive) by 8 pcs. all together. For the best Choice of equipment on the opened distributive device: Basic elements of the (ODD) 110 kV are: disconnects (isolators), separators, shorting device, low-oil-content switches, current transformers, dischargers, grounders unipolar. At choice of electrical equipment in networks with voltage more than 1000 V we take into account: function and type of devices; Structural implementation (with big size of oil, little size of oil, air and etc.); rating voltage of device; protection current; by disconnecting capability. Equipment must be checked up for: electrodynamics firmness; thermal firmness. Data to the choice and verifications of equipment are taken before current transformers in the circle of transformer on the side of high voltage 110 kV is used for feeding relay defense of transformer. On the side of high voltage 110 kV in the circle of transformer there are no electrical equipment, which